

科學講堂

逢星期三見報

# 大自然「有話說」 粒子自旋方向告知 左與右 怎定義？

之前「科學講堂」跟大家討論過如何利用大自然的常數或科學現象去定義各種度量衡單位。上月國際度量衡局 (International Bureau of Weights and Measure) 就在法國巴黎附近舉行會議，進一步討論細節，根本上改良單位定義的方法。

然而，「改良單位定義的方法」是什麼意思？我們可以這樣想：假設明天我們發現了外星高智慧生物，並設立了和他們溝通的渠道。我們要怎樣告訴他們我們的度量衡單位？倘若單位的定義是建基於大自然的常數，那麼這份差事就相對容易了；縱然是在光年之外，我們的外星朋友可以使用他們自己的設備去量度這些常數。由此看來，要分享度量衡單位並不是什麼大問題。

## 將粒子歸類為「左撇子」「右撇子」

今天就讓我跟大家討論一個相似的問題：我們如何告知千里以外的外星朋友，什麼是左、什麼是右？

首先當然不可能告訴他們「左」就是「右」的相反（因為他們也不懂什麼是「右」，總不能再回答說「右」就是「左」的相反），也不能告訴他們「右」就是大部分中國人握筷子的那一邊，因為他們也不會懂得什麼是筷子或是中國人的習慣。

### 「宇稱不守恒」釋「鏡中像」

在大自然的現象中，「左」與「右」是否有什麼根本上的不同？

是有的。1956年著名華裔物理學家李政道及楊振寧發表了「宇稱不守恒 (Parity Non-conservation)」的文章，指出「左」與「右」在大自然的定律中並非有着相同的地位。什麼是「宇稱」？其實就是描述在鏡子中的世界裡，某些物質的特徵或者某些定律會否改變。比方說在一塊面向東方的鏡子面前，假若我向鏡子跑去，我的速度就是指向西方；在鏡子裡，我卻是朝

東方跑。

那麼大自然是如何不平等地對待「左」和「右」？首先讓我解釋一下粒子「自旋 (spin)」的這個概念。很多粒子（例如電子）都好像有自我旋轉的特徵。雖說現在知道它們並不是真的在旋轉，但把粒子想像成自我旋轉還是足夠解釋很多現象的。

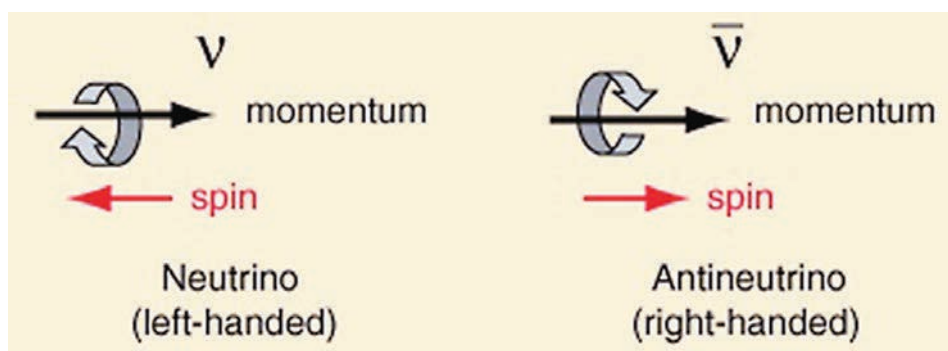
知道了一顆粒子移動和自旋的方向以後，就能把它分類為「左旋」還是「右旋」：用我們的左手拇指指向粒子移動的方向，假若我們其他手指彎曲的方向與粒子自旋的方向一致，那麼這顆粒子就是「左旋」，反之就是「右旋」。用活潑一點的說法，我們是在將粒子歸類為「左撇子」或是「右撇子」。

還記得之前介紹過的中微子 (neutrino) 嗎？上世紀的研究顯示，中微子都是「左撇子」。這也是「宇稱不守恒」的一個重要例子：一個產生「左旋」中微子的現象，將無法在鏡中世界裡發生，因為這個世界裡根本沒有「右旋」的中微子。

於是，中微子移動和自旋方向的關係，正好可以用來告訴外星人什麼是「左」。

(小補充：近代的研究，指出「右旋」的中微子並非不存在，只是它們的質量太大，比較稀有，亦不容易找到。)

■張文彥博士



「左旋」和「右旋」的粒子上網圖片



我們如何告知千里以外的外星朋友，什麼是左、什麼是右？ 網上圖片



組成物質的各種基本粒子。 網上圖片

作者簡介：香港大學土木及結構工程學士。短暫任職見習土木工程師後，決定追隨對科學的興趣，在加拿大多倫多大學取得理學士及哲學博士學位，修讀理論粒子物理。現任香港大學理學院講師，教授基礎科學及通識課程，不時參與科學普及與知識交流活動。

## 奧數揭秘

# 六人行尋規律

逢星期三見報

6個人走在一起，在數學上可以看得出什麼特徵呢？簡單一點看，會知道當中總有至少3個男性或者3個女性。

或者是若果兩人之間互相認識對方的時候，互相握手，握手次數是

$\frac{6 \times 5}{2} = 15$ 次。任意6個人走在一起，原來隱藏了一點點必然的規律。

這次介紹一道奧數的著名題目，講講6個人之中，還有什麼必然的規律。

### 問題

6人之中，必有3人互相認識，或3人互不認識。試證明。

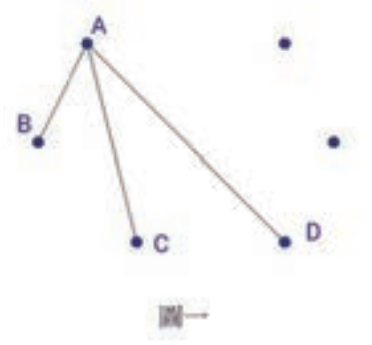
### 答案

在圖一中，6人用6點表示。若是互相認識，就在兩點之間連一直線。考慮由點A連線到其他5點，當中必然有至少3點有連線，或者至少3點沒有連線。

考慮有3點有連線的情況，稱這3點為B、C和D。若這3點之中有連線，比如B和C相連，則A、B和C之間就互相認識。

否則，若果B、C和D之間都沒有連線，則B、C和D之間彼此互不認識。

另外，至少3點沒有連線的部分，亦可作以上類似的推論，因此問題所述的得到證實。



圖一

## 有廣度有深度 夠淺白成經典

這個問題的情景是很簡單的，就是任意6個人，已經有這樣普遍的規律，而且結論還不是很明顯的。剛才這道問題，在奧數裡是很著名的，基本上在中學奧數上鍛煉了兩三年的，總會聽過這道問題。

數學裡這是圖論的問題，相關的是拉姆塞理論。若是把題目的情景看得普遍一點，問到有多少個人，才可以令到當中必有p個人互相認識，或q個人互不認識，那麼這個跟p和q相關的數，可記為R(p,q)，稱為「拉姆塞數」。

數學理論要看的話，當然可以有很多很多，不過初時興趣倒是未必足夠。先學會欣賞一下這道數學題，覺得它真個厲害了，才有足夠的興趣去深入鑽研。

問題其中一方面的好處是情景很普遍。學生走在學校裡，隨便找6個人，有這樣的規律；在街上，隨便6個人，也有這樣的規律。或者是6部電腦，總有3部之間互相連繫，或者3部之間彼此互不相連。這樣的問題應

用範圍有廣度。

另一方面，問題的推論也是深刻的。單單就着剛才討論的題目本身，若不是先點出結論叫人證明，自行發現這個規律，是有難度的。

還有的是，若果人數多了，要判定有多少人互相認識，或互不認識，是頗有難度。這是問題深入的一面。

除此以外，這個問題既有廣度，亦有深度，但內容談起來，還是數學專科以外的人能了解個大概的，這有它問題淺白的一面。

數學裡精彩的結果是有很多的，但不少都套上了大量數學術語，不是受過大學數學訓練的人，不易理解。

這個問題大概就是由於它的問題淺白，應用廣泛和推論深入，令到它成為奧數經典問題之一。

奧數作為中小學生到數學理論之間的橋樑，有不少類似的著名問題，令到學生感受到數學的魅力，從而有進一步深入鑽研數學的動機。這是奧數的吸引之處。

■張志基

簡介：香港首間提供奧數培訓之教育機構，每年舉辦奧數比賽，並積極開辦不同類型的奧數培訓課程。學員有機會獲選拔成為香港代表隊，參加海內外重要大賽。詳情可瀏覽：www.hkmos.org。

## 科技暢想

逢星期三見報

資訊科技系統在現在的世界來說是不可能獨立運作的。一個智慧城市要連結不同的系統，就要有一個安全、穩定和快速的資訊科技網絡，讓市民可以在何時何地連結網絡讀取城市產生的數據。

### 快速：一按就出結果

如何定義網絡的速度是快還是慢？從用戶的角度是很簡單的，就是在應用程式中一按鍵就可以得到答案。技術上，我們現時用的4G網絡一般是每秒100Mbit下載速度，而無線網絡Wi-Fi的速度，基於路由器的標準分別是54Mbit (802.11g)、450Mbit (802.11n)和1,300Mbit (802.11ac)，未來香港計劃的5G網絡速度標準上限速度是每秒10Gbit。

數字上看來是很快的網絡速度，但是要注意的是數字的標準是要在指定的環境下才可以有這個速度。這一點就是我們以下所要說明的「網絡穩定性」要求。

### 穩定：不只覆蓋率

廣告一般對無線網絡的介紹只在乎速度，好一點的會說明自己在香港的覆蓋率，但我們對網絡穩定的要求是指連線上網後用戶可以保持在高速連結後的上網速度。對於這一

# 智慧城市 從基建開始

方面，連接上網的路由器擺放位置便是重要考慮。

另外，路由器一般有一個連接上限要求，一般家用的路由器同一時間可連接的用戶數量只是5個至10個才告穩定。

另外，Wi-Fi路由器現時的頻寬設定於2.4GHz / 5GHz，而由於早期的路由器設定於2.4GHz，因此這個頻寬太多人使用導致出現「塞車」。新的制式下用戶可以透過調選較高的頻寬連接到一個更穩定的網絡。

### 安全：公眾Wi-Fi黑客可登入

公眾Wi-Fi熱點是否安全已經是我們不時使用無線網絡的熱話，我們不斷聲稱使用有密碼保護的網絡是比較安全的，但是因為登入密碼其實也是公開的，所以黑客也可以登入這些有密碼保護的網絡竊取他人的資料。

因此，我們使用公眾Wi-Fi是不應該處理較敏感的資料。至於3G/4G甚至5G的網絡安全一般是由網絡供應商的團隊負責處理，技術

上比Wi-Fi安全，但是我們使用網絡同時，也要有意識地知道自己的資訊安全自我保護的意識也是很重要的。

數碼城市的網絡基建，要持有這3方面的要求是需要長時期有網絡工程師協作維護，並不是單純說明多少的連結點。資訊科技需要開發人員建立應用程式支援數碼城市，也要資訊科技技術人員維護其穩定性。

■香港新興科技教育協會 靚



智慧城市需要安全、穩定和快速的資訊科技網絡。 資料圖片

簡介：本會培育科普人才，提高各界對科技創意的認識，為香港青年人提供更多機會參與國際性及大中華地區的科技創意活動，詳情可瀏覽www.hknetea.org。



## 有問有答

隔星期三見報

為什麼看恐怖電影時音樂剛響起人就開始緊張？看恐怖電影時音樂剛響起人就開始緊張，是「條件性恐懼記憶」的結果。

大家也許會有這樣的經歷：坐在電影院準備看恐怖電影的時候，四周燈光全部暗下來，只有銀幕上閃爍的光，周圍一片寂靜。突然，一段令人心悸直跳的音樂響了起來，明明還沒有出現任何可怕的畫面，你就已經情不自禁地開始緊張。這是怎麼回事呢？

這就是條件性恐懼記憶的結果。恐怖片的畫面會使人緊張害怕，而大腦會將相關的音樂和周圍環境等與這種恐怖狀態關聯起來，形成條件性恐懼記憶。

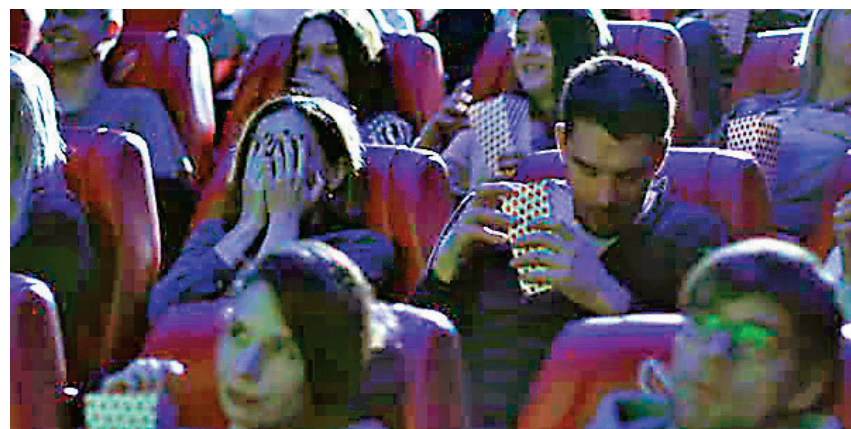
之後，只要人一聽到類似的音樂，一接觸到相似的環境，這種恐懼記憶就會被重新喚回，而產生相應的緊張感。

### 杏仁核控制 公牛遭電擊突平靜

其實，不光人類有條件性恐懼記憶的體驗，動物中也廣泛存在這種記憶。小鼠遭受電擊的刺激時會十分恐懼，如果先給小鼠聽特定的聲音，隨後電擊小鼠，小鼠就會認為這個聲音是和電擊有關的。之後小鼠一旦聽到這個聲音，即使沒有電擊，也會表現出恐懼緊張。

條件性恐懼記憶是怎麼建立的呢？科學家通過實驗證明，大腦中一個叫杏仁核的神

# 恐怖音樂響前奏「條件性」緊張



看恐怖電影時音樂剛響起人就緊張，是「條件性恐懼記憶」的結果。 資料圖片

經核團是建立恐懼記憶的神經中樞。杏仁核掌管各種情緒的產生，比如恐懼、焦慮等。

早在上世紀60年代，美國耶魯大學的教授德爾加多做了一組有趣的實驗，他將一個連接控制器的電極插入公牛的杏仁核中，通過控制器刺激這一核團。

有一次，公牛突然暴怒衝向教授，此時他迅速刺激了公牛的杏仁核，公牛一下子平靜下來，停止了進攻。這個事實充分說明，杏仁核在調控情緒中起的作用是多麼重要。

### 恐懼記憶保安全 亦可成創傷

恐懼記憶對人們的生活有重要影響。從積極的方面來看，恐懼記憶可以使人及時預測到危險，迅速做出反應，保證個人的正常生

活和安全。而從另一方面來看，當人遭受到巨大的災難性事件時（例如地震），會產生恐懼記憶，並由此引發消極情緒，嚴重時噩夢般的記憶極有可能使人一直活在恐懼中。現在，大量的科學家都希望通過研究來解決這種恐懼記憶造成的精神創傷。

《十萬個為甚麼(新視野版) 大腦與認知I》 香港教育圖書公司